

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 58-004933

(43)Date of publication of application : 12.01.1983

(51)Int.Cl.

H01L 21/58

H01L 23/28

(21)Application number : 56-101204

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 01.07.1981

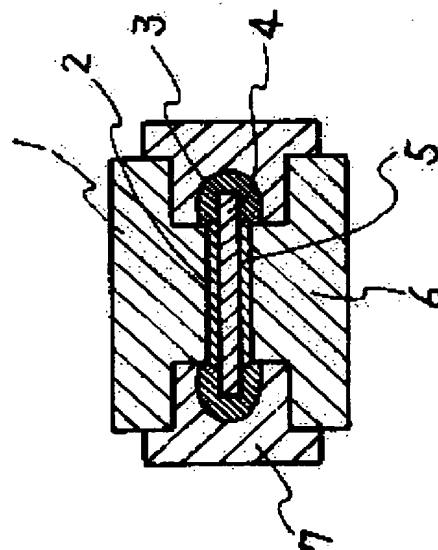
(72)Inventor : ARAKAWA HIDEO
KUNIYA KEIICHI
NAMEKAWA TAKASHI
OHASHI MASABUMI
NARITA KAZUTOYO

(54) SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a device with high withstand voltage capability by a method wherein each of two electrodes is constituted of a protrusion and a flange and the diameter of the protrusion is smaller than that of the device diameter and the diameter of the flange is larger than that of the device and the gap formed between the two oppositely positioned electrodes is filled with resin, when electrodes are fixed by solder securely to the both sides of a semiconductor device containing a PN junction.

CONSTITUTION: This relates to the technique to be used when fixing electrodes 1 and 6 secure by solder 2 and 5 respectively to the front and rear sides of a semiconductor device 4, e.g. a transistor, whereinto a PN junction is incorporated. Both the electrodes 1 and 6 are provided with a protrusion and a flange and the diameter of the protrusions in contact with the device 4 is smaller than the diameter of the device 4 and the diameter of the flanges remote from the device 4 is larger than the diameter of the device 4. The periphery of the device 4 is then surrounded with silicone rubber 3 and the gap between the two electrodes 1 and 6 is fitted with epoxy resin 7. A Cu-C fiber composite material is hot pressed into a prescribed pattern, for the formation of the electrodes 1 and 6.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑭ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—4933

⑪ Int. Cl.⁸
H 01 L 21/58
23/28

識別記号

庁内整理番号
6679—5F
7738—5F

⑬ 公開 昭和58年(1983)1月12日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ 半導体装置

①特 願 昭56—101204
②出 願 昭56(1981)7月1日
③発 明 者 荒川英夫
日立市幸町3丁目1番1号株式
会社日立製作所日立研究所内
④発 明 者 国谷啓一
日立市幸町3丁目1番1号株式
会社日立製作所日立研究所内
⑤発 明 者 滑川孝
日立市幸町3丁目1番1号株式

会社日立製作所日立研究所内
⑥発 明 者 大橋正文
日立市幸町3丁目1番1号株式
会社日立製作所日立研究所内
⑦発 明 者 成田一豊
日立市幸町3丁目1番1号株式
会社日立製作所日立工場内
⑧出 願 人 株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内1丁目5
番1号
⑨代 理 人 弁理士 高橋明夫

明 細 書

発明の名称 半導体装置

特許請求の範囲

1. 少なくとも1個のp-n接合を有する半導体素子の両面に電極をろう付けした半導体装置において、両面に接着される電極は鋸部と突出し部をもつ凸状で突出し部は、半導体素子にろう付けされており半導体素子の外径は、電極の突出し部より大で、鋸部より小であり、半導体素子のp-n接合露出端部に表面安定化材が設けられ、かつ両電極の対向面間に被覆樹脂が設けられていることを特徴とする半導体装置。

発明の詳細な説明

本発明は、半導体装置に係り、特に耐加圧力に便れ低コストのレジンモールド型半導体装置に関する。

平型と称される半導体装置の外周部は、セラミック筒を用いた構造とレジンで囲繞した構造の二種が代表的なものとして挙げられる。

第1図は、従来の平型であるレジンモールド型

半導体装置を示したもので、少くとも1個のp-n接合を有する半導体素子4の両面に下部電極6と上部電極1が半田等のろう材2、5によつて接着され、レジン7で囲繞された構造となつている。尚、3はパシベーション用シリコンゴムである。

この半導体装置は、図示されていない冷却フィンの間にはさみ、加圧して稼動される。そのさい、この半導体装置は、冷却フィンと上部電極1および下部電極6の接触抵抗を小にするため、また冷却フィンからの半導体装置の離脱を防ぐため、半導体装置の直径に応じ、接触抵抗が軽減される充分な力で加圧される。そのさい加圧によつて半導体素子4に割れが発生しないことが不可欠の条件となる。

しかしながら、一般に、加圧力が大になると半田2、5が変形あるいは座屈し、半導体素子4に応力集中がかかり、半導体素子4を破損したり、耐圧を劣化させる。第1図の構造における耐加圧力は、半田2、5の強度も関係するが、通常0.5 kgf/mm²以上に耐えるが、実質的には数十μの平

行度不良等によつて、 0.5 Kg/cm^2 以下の耐加圧力もあり、その特性にばらつきが生ずる。そのため、耐加圧力値にばらつきのない高耐加圧力の半導体装置が望まれている。

一方、低コスト化は、半導体装置開発の趨勢となつている。そのさい、レジンモールドによる外囲器の簡略化等の構造上の低コスト化のほか半導体装置製造上の歩留り、特に電極1、6と半導体素子4を接合した後の耐圧特性の歩留り向上による低コスト化も重要である。

第1図のごとき半導体装置は、一般に半導体素子4と上下電極1、6の間に、半田(Pb-Sn系)の板が置かれ、高温にして半田を溶解、形成される工程を含む。そのさい実質的な半田付け温度と半田厚等の要因によつて、下部半田5が半導体素子4のPn接合露出端面にまで流れ、Pn接合露出端を短絡させる場合がある。そのため、半田付後、通常、半田を酸洗等による除去する工程が入り、特にPn接合露出端に付着する半田量によつては、多大の時間を要し、半導体装置がコス

ト高となる。

本発明の目的は、電極と半導体素子を効果的な形状にすることにより、低コストで耐加圧力に優れた半導体装置を提供するにある。

本発明の特徴とするところは半導体装置の耐加圧力ばらつきの原因となる実質的要因、すなわち、半田層、電極の平行度不良及び半田の座屈を排除するため、第2図に示すように上部電極1及び下部電極6を凸状にし、上下部電極間にレジン7を介在させ、レジンの強度(圧縮強さ)で耐加圧力を維持することを基本としたものである。

そのさい、電極1、6間に介在するレジン7は、レジン7の蓋が半田層2、5の蓋以下であるに十分な面積が必要であり、その面積比は次式を満足することが必要である。

$$\frac{S_r}{S_s} = \frac{E_s}{E_r}$$

ここで、

S_r : 上下電極1、6の鋸部外径と半導体素子4の外径間に介在するレジンの面積

S_s : 半導体素子4の半田付面積

E_s : 半田2、5の圧縮弾性係数

E_r : レジン7の圧縮弾性係数

すなわち、レジン7によつて耐加圧力が支えられ半田2、5の座屈による半導体素子4の破損が阻止され、さらに平行度不良等に伴う応力集中による実質的な面での半導体素子4の破損が阻止できる。

ところで、半導体装置は、一般に稼働中の冷熱サイクルを受ける。そのさい第1図における半導体装置は、電極1、6の厚さ方向による熱応力は、レジン7と電極1、6の接合がないため生じない。それに対し第2図の本発明装置は、電極1、6に鋸部があるため、レジン7と電極1、6の厚さ方向の熱膨張差が大きいと、半田2、5に剥離が生ずることとなる。これらは、電極材質及びレジン材質を熱膨張係数が等しいか、ほぼ等しくするよう選んで解消する。

一般に電極材料は、半導体素子4の直径方向に熱膨張係数が等しいか、ほぼ等しいことが必要で

ある。熱膨張係数が異なると半田付のさい半導体素子4に反りあるいは割れが発生する。一方、稼働中に半導体素子4に発生するジュール熱を有効に除去し、大電流を流すため、電極1、6の熱伝導率は高い材料が選ばれる。これらを比較的良好に満足する材料としてW、あるいはMoが挙げられる。しかしながら、WあるいはMoは熱膨張が等方的で、電極1、6の厚さ方向においても $4.5 \sim 5.1 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ の低熱膨張特性を示す。一方、レジン7は、一般に熱膨張係数が高く、たとえば半導体用に使われるエポキシレジン7は $25 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 前後であり電極の厚さ方向において電極の約5.5倍以上の熱膨張差がある。そのため、本発明における第2図の電極材としては不適当である。

従来のW、Mo電極に代替する電極材として、高熱伝性のCuマトリクス中に低熱膨張特性をもつ、C繊維を埋込んだCu-C繊維複合材がある。半導体用Cu-C繊維複合材は、半導体素子の直径方向において等方的で半導体に熱膨張係数を合わせるため繊維の配列をうず巻、網、二方向ある

いは無方向に埋込んだC_u-C繊維複合材が用いられる。特に第3図のごとく、C繊維11をうず巻状にC_uマトリクス12中に埋込んだうず巻状C_u-C繊維複合材及び第4図のごときC繊維11を網状に埋込んだ網状C_u-C繊維複合材が好適である。

ところでうず巻状C_u-C繊維複合材、網状C_u-C繊維複合材は、厚さ方向において、C繊維11によるC_uマトリクス12の膨張を拘束しないため、またC繊維11自体の断面方向の熱膨張が高いため、第3図及び第4図のC_u-C繊維複合材の熱膨張係数は、C_uなみに高い。すなわち、C_u-C繊維複合材は、直径方向と厚さ方向における熱膨張特性に異方性をもつ。このC_u-C繊維複合材の熱膨張の異方性は、第2図に示す凸状の電極1, 6を用いた半導体装置に好適である。すなわちエポキシレジン⁷の熱膨張係数 $25 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ に対し、C_u-C繊維複合材の厚さ方向は、約 $16.5 \sim 18 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であるから、エポキシレジン⁷はC_u-C繊維複合材電極の約

1.5倍の熱膨張差であり、従来のW, Mo約5.5倍に比しその差が小さい。その結果、第2図における厚さ方向の熱応力は軽減される。

レジン⁷の材質は、半導体用として一般に用いられるエポキシレジンでもよく、さらに硫酸ジルコニウム、ガラス繊維などフィラを入れ、レジンの熱膨張係数を小さくし、厚さ方向におけるC_u-C繊維複合材の熱膨張を合わせることも可能である。その熱膨張差については、許容範囲があり、実験的に $25 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の熱膨張係数をもつエポキシレジンと $17 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の熱膨張係数をもつC_u-C繊維複合材の電極を用いた第2図の半導体装置は-40℃から150℃の冷熱サイクルに耐えることを確認している。特に、フィラを入れないレジン⁷は、モールドの際、上下電極1, 6間へのレジン⁷の流動が良好であり、実質的である。

一方、半田付のさい、半導体素子4のP_n接合露出端への半田付着は、第2図のごとく、半導体素子4の径を電極突出部より大きくなっているこ

とによつて解消する。このような構造であれば半田がP_n接合露出端に付着することなく、接着のさい余分となつた半田は電極1, 6と半導体素子4の側周部に集中し、接着のさいの短絡を阻止することができる。なお、半導体素子4は電極1, 6の露部より、耐加圧力向上のため、小さいことが、不可欠であり、P_n接合露出端部は、安定化(パシベーション)のため、シリコンゴム3が被覆される。

半導体素子4におけるP_n接合はプレーナ構造でも、プレーン構造でも、メサ構造等どんなものであつてもかまわない。

以下実施例について述べる。

実施例(1)

C_uメッキしたC繊維の束を準備し、C繊維をうず巻状に配列したのち、黒鉛筒型に入れ、外径20mm、厚さ3.5mmの第3図に示すうず巻状C_u-C繊維複合材をホットプレス(条件、温度1000℃、圧力250Kg/cm²、保持時間30min)により作製した。

次に、上記ホットプレス品から電極突出し部の外径15mm、深さ1mm、露部の外径19.5mm、厚さ2mmの凸状の電極を20対分機械加工し、次いで厚さ5mmのNiメッキ(電気メッキ)を施した。

一方、厚さ5mmのNiメッキを施した厚さ190μ、直径16mmの半導体素子4(ダイオード)を厚さ50μ、直径14mmのPb-5Sn半田を準備し、第2図に示すように順に重ねた後、加熱し半田を溶解し、マウントした。その結果、半田はいずれのマウント品も半導体素子4のP_n接合露出端に流れず半導体素子4の端面への半田付着は、みられなかった。

これにより電極1, 6の突出部の径を半導体素子4の直径よりも小さくすることにより、半導体装置の製造(半田付)歩留り向上に効果があることが確認できた。

次に、半導体素子4のP_n接合露出端部の洗浄を施し耐圧を出した後、安定化のため、シリコンゴム3を塗布した。次いで、エポキシレジン⁷

を流し、硬化させ、第2図のごときレジンモールドした最終構造の平型半導体装置を作製した。

上記レジンモールド平型半導体装置を、圧縮試験機に加圧した。その結果、従来品構造の第1図の半導体装置は $0.2 \text{ Kg f / mm}^2 \sim 1 \text{ Kg f / mm}^2$ のばらつきで半導体素子4の破損し、耐圧劣化が生じたのに対し、第2図に示す本発明になる半導体装置は、 1.5 Kg f / mm^2 (荷重447 Kg) $\sim 2.3 \text{ Kg f / mm}^2$ (荷重686 Kg)でも、20個全数とも、半導体素子4の破損がなく、初期の耐圧を維持した。また、 -40°C から 150°C の冷熱サイクル20回を繰返しても、熱応力等による半導体素子4の破損はなく全数20個とも耐圧を維持した。

以上より、上部電極1と下部電極6の間にレジン7の介在した構造は、耐加圧力が向上し、しかも、エポキシレジン7とC_u-C繊維複合材電極1、6の厚さ方向の熱膨張差による熱応力は問題なく、低コストのレジンによる外囲器が採用できる。

繊維複合材の代りに純C_uを一部に用いた第5図のごとき半導体装置も可能である。第2図と異なるのは上部電極及び下部電極1、6に純C_uを用い、応力緩衝板として、薄いWあるいはM_o板8、9をはさんだ構造である。

この装置は、純C_uの電極1、6に対して相対的にM_o、W板8、9を極力薄くすれば、厚さ方向における熱膨張係数は、レジン7と近似することになり第2図の本発明の半導体装置に準ずるものとなり、耐加圧力に優れた装置が得られ、また、厚さ方向の熱膨張係数がC_u-C繊維複合材に及ばないが、レジンと近似するので冷却サイクルに耐える効果がある。

本発明によれば、レジンにより加圧力を支え半導体素子のP_n接合露出端の半田付着が阻止できるので、低コストで耐加圧力に優れた半導体装置が得られる。

図面の簡単な説明

第1図は従来のレジンモールド平型半導体装置の断面図、第2図は本発明の一実施例を示すレジン

実施例(2)

実施例(1)と同様な製造方法により、電極突出し部の外径を16mm、深さ1mm、側部の外径を18mm、厚さ2mmの凸状電極とし、半導体素子4を17mmとした第2図の半導体装置を作製し、実施例と同様な冷熱サイクル試験を行なったが、作製した10個いずれの半導体装置も耐圧劣化が認められなかった。次に半導体装置に外径18mmに対し、約 20°mm の平行度不良を与え、次に 2 Kg f / mm^2 (荷重500 Kg)の加圧を行なった。その結果、10個いずれの半導体装置も、加圧による半導体S₁の破損はなく、耐圧を維持した。

以上の結果から、上下電極間にレジン7を介在させた構造は、半導体装置の実質的平行度不良による集中応力を緩和し、耐加圧力を向上する効果があることが確認できた。

本発明は第2図に示された実施例に限定されるものではなく、以下の如きものも含まれる。

すなわち、C_u-C繊維複合材の厚さ方向の熱膨張係数がC_u程度である点に注目し、C_u-C

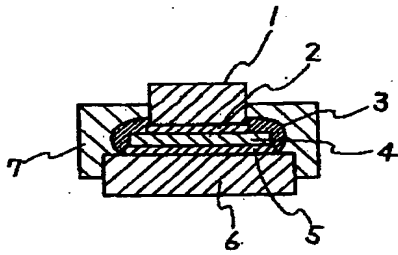
ンモールド平型半導体装置の断面図、第3図、第4図の(ハ)はそれぞれ本発明に用いられるC_u-C繊維複合材の平面図および断面図、第5図は本発明の異なる実施例を示すレジンモールド平型半導体装置の断面図である。

1、6…電極、2、5…半田、3…シリコンゴム、4…半導体素子。

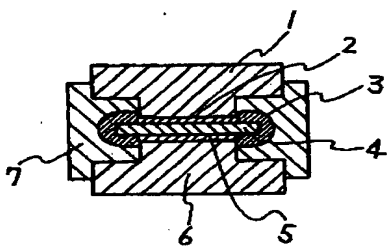
代理人 弁理士 高橋明



第 1 図

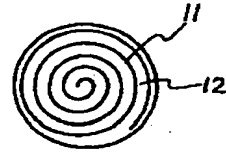


第 2 図

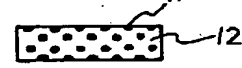


第 3 図

(1)

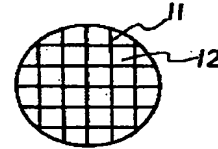


(ロ)



第 4 図

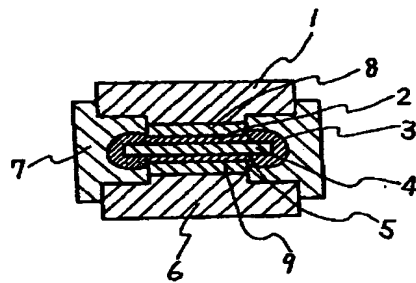
(1)



(ロ)



第 5 図



THIS PAGE BLANK (USPTO)